

ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΙΚΡΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ

Του
Τριανταφύλλου Δημήτρη

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης
του μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος
«Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και
Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας
στην κατεύθυνση «Μεγιστοποίηση Αθλητικής Επίδοσης ή Απόδοσης».

Κομοτηνή
2009

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα

1ος Επιβλέπων: Γούργουλης Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής

2ος Επιβλέπων: Αγγελούσης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής

3ος Επιβλέπων: Αντωνίου Παναγιώτης, Επίκουρος Καθηγητής



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9071/1
Ημερ. Εισ.: 25/11/2010
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
797.21
ΤΡΙ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102879

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δημήτριος Τριανταφύλλου: Διαφοροποίηση του δείκτη συντονισμού κατά την κολύμβηση με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους
(Με την επίβλεψη του κ. Βασιλείου Γούργουλη, Αναπληρωτή Καθηγητή)

Σκοπός της έρευνας ήταν η μελέτη της διαφοροποίησης του τρόπου συγχρονισμού μεταξύ των χεριών κατά την ελεύθερη κολύμβηση με έλξη αντίστασης. Δέκα κολυμβήτριες κολύμπησαν 25 m με μέγιστη ένταση, χωρίς έλξη αντίστασης και με έλξη αντίστασης, που προέρχονταν από μια λεκάνη μικρού μεγέθους. Για την καταγραφή της υποβρύχιας κίνησης των χεριών χρησιμοποιήθηκαν 4 κάμερες (60 Hz) και η ψηφιοποίηση επιλεγμένων σημείων πάνω στο σώμα έγινε μέσω του Ariel Performance Analysis System. Για τον καθορισμό του τρόπου συγχρονισμού μεταξύ των δύο χεριών υπολογίστηκε ο δείκτης συγχρονισμού, υπολογίζοντας το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών. Κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης, από την εφαρμογή του t-test για εξαρτημένα δείγματα, προέκυψε στατιστικά σημαντική μείωση της κολυμβητικής ταχύτητας ($t_9=28.258$; $p<0.05$), της συχνότητας ($t_9=7.895$; $p<0.05$) και του μήκους χεριάς ($t_9=10.085$; $p<0.05$), ενώ ο δείκτης συγχρονισμού παρουσίασε στατιστικά σημαντική αύξηση ($t_9=6.300$; $p<0.05$), από -13.5% σε -7.7%. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της σχετικής διάρκειας της φάσης έλξης ($t_9=3.105$; $p<0.05$) και της φάσης ώθησης ($t_9=4.501$; $p<0.05$), ενώ αντίθετα μειώθηκε η σχετική διάρκεια του γλιστρήματος ($t_9=3.487$; $p<0.05$) και δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά η σχετική διάρκεια της επαναφοράς. Συνεπώς, κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης μικρού μεγέθους, παρόλο που το πρότυπο συγχρονισμού μεταξύ των δύο χεριών παραμένει στο μοντέλο του πιασίματος, μειώνεται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών. Αυτή η διαφοροποίηση οφείλεται στην αύξηση της σχετικής διάρκειας των προωθητικών φάσεων και στη μείωση της σχετικής διάρκειας των μη προωθητικών φάσεων.

Λέξεις - Κλειδιά: κολύμβηση, συγχρονισμός, έλξη αντίστασης.

ABSTRACT

Triantafyllou Dimitrios: Modification of the Index of Coordination during front crawl swimming with added resistance which was applied by a bowl of small size
(Under the supervision of Gourgoulis Vassilios, Associate Professor)

The purpose of the study was to investigate possible modifications in the pattern of arm coordination during front crawl swimming with added resistance. Ten female swimmers participated in the study. They swam 25 m front crawl with maximal intensity without and with added resistance, which was applied by a small bowl. Four cameras (60 Hz) were used for the recording of the underwater movement of the hand and the digitization of selected points onto the subject's body was undertaken using the Ariel Performance Analysis System. In order to determine the pattern of coordination between the two arms, the index of coordination was calculated using the time interval between the propulsive phases of the two arms. For the statistical treatment of the data t-test for dependent samples was used. The results revealed that during swimming with added resistance the mean swimming velocity ($t_9 = 28.258$; $p < 0.05$), the stroke rate ($t_9 = 7.895$; $p < 0.05$) and the stroke length ($t_9 = 10.085$; $p < 0.05$) were decreased significantly, while the index of coordination showed a statistically significant increase ($t_9 = 6.300$; $p < 0.05$), from -13.5% to -7.7%. Regarding the relative duration of the separate phases of the stroke it was observed a statistically significant increase of the pull ($t_9 = 3.105$; $p < 0.05$) and the push phase ($t_9 = 4.501$; $p < 0.05$), while the relative duration of the glide phase showed a significant decrease ($t_9 = 3.487$; $p < 0.05$) and the relative duration of the recovery phase was not altered. Consequently, during swimming with a small added resistance the time interval between the propulsive phases of the two arms decreased, as the index of coordination increased. This modification is due to the increase of the relative duration of the propulsive phases and the decrease of the relative duration of the non propulsive phases.

Key - Words: swimming, coordination, added resistance.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	viii
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Σκοπός	4
Λειτουργικοί ορισμοί	4
Ερευνητικές και στατιστικές υποθέσεις	4
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	6
Φάσεις κατά την υποβρύχια κίνηση του χεριού στο ελεύθερο στυλ	6
κολύμβησης	
Σχέση μεταξύ της συχνότητας και του μήκους χεριάς στην αύξηση της	7
κολυμβητικής ταχύτητας ανάμεσα στα δύο φύλα.	
Δείκτης Συντονισμού	9
Ταχύτητα και δείκτης συντονισμού	12
Αγωνιστικό επίπεδο και δείκτης συντονισμού	13
Μέθοδοι προπόνησης για τη βελτίωση της δύναμης των κολυμβητών	14
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	16
Δείγμα	16
Περιγραφή των οργάνων	16
Διαδικασία μέτρησης	16
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	19
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	38
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Προσδιορισμός, της ταχύτητας, της συχνότητας και του μήκους χεριάς ανάλογα με την κολυμβητική απόσταση	8
Πίνακας 2.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέσης κολυμβητικής ταχύτητας (m/sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους..	19
Πίνακας 3.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συχνότητας χεριάς (κύκλοι/sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	20
Πίνακας 4.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του μήκους χεριάς (m) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	21
Πίνακας 5.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του δείκτη συντονισμού (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	22
Πίνακας 6.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συνολικής διάρκειας της χεριάς (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους .	23
Πίνακας 7.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας του γλιστρήματος (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους..	24
Πίνακας 8.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας του γλιστρήματος (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους..	25
Πίνακας 9.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της έλξης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους..	26
Πίνακας 10.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις σχετικής διάρκειας της έλξης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την	

Πίνακας 11.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της ώθησης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	28
Πίνακας 12.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της ώθησης του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους..	29
Πίνακας 13.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της επαναφοράς του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	30
Πίνακας 14.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της επαναφοράς του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	31
Πίνακας 15.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	32
Πίνακας 16.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	33
Πίνακας 17.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	34
Πίνακας 18.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμψηση και την κολύμψηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	35
Πίνακας 19.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της	

υποβρύχιας έλξης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	36
--	----

Πίνακας 20. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της υποβρύχιας έλξης του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	37
--	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Προωθητικές και μη προωθητικές φάσεις του χεριού	7
Σχήμα 2.	<i>Το μοντέλο της αντίθεσης:</i> το ένα χέρι ξεκινά τη φάση της έλξης μόλις το άλλο χέρι ολοκληρώνει τη φάση της ώθησης (Chollet et al., 2000).....	10
Σχήμα 3.	<i>Το μοντέλο του πιασίματος:</i> ύπαρξη χρονικής καθυστέρησης στην εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια (Chollet et al., 2000).....	11
Σχήμα 4.	<i>Το μοντέλο της υπέρθεσης:</i> Επικάλυψης μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών (Chollet et al., 2000)	11
Σχήμα 5.	Μέσοι όροι της μέσης κολυμβητικής ταχύτητας κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	19
Σχήμα 6.	Μέσοι όροι της συχνότητας χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους	20
Σχήμα 7.	Μέσοι όροι του μήκους χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους..	21
Σχήμα 8.	Μέσοι όροι του δείκτη συντονισμού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	22
Σχήμα 9.	Μέσοι όροι της συνολική διάρκειας της χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	23
Σχήμα 10.	Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας του γλιστρήματος κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	24
Σχήμα 11.	Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας του γλιστρήματος κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση	

	λεκάνης μικρού μεγέθους.....	25
Σχήμα 12.	Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	26
Σχήμα 13.	Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	27
Σχήμα 14.	Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της ώθησης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	28
Σχήμα 15.	Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της ώθησης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	29
Σχήμα 16.	Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της επαναφοράς του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	30
Σχήμα 17.	Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της επαναφοράς του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	31
Σχήμα 18.	Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	32
Σχήμα 19.	Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	33
Σχήμα 20.	Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	34
Σχήμα 21.	Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	35
Σχήμα 22.	Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της υποβρύχιας έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου	

	με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	36
Σχήμα 23.	Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της υποβρύχιας έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.....	37

ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΕΚΑΝΗΣ ΜΙΚΡΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ

Για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων από τους κολυμβητές απαιτείται αύξηση των προωθητικών δυνάμεων, με ταυτόχρονη μείωση όσο το δυνατόν περισσότερο των διαφόρων αντιστάσεων (Maglischo, 1993). Ωστόσο, η μεγιστοποίηση της απόδοσης των αθλητών εξαρτάται από ένα πλήθος άλλων παραγόντων, όπως τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (Grimston & Hay, 1986; Pelayo, Sidney, Kherif, Chollet & Tourny, 1996), η παθητική και ενεργητική αντίσταση (Hollander, De Groot & Van Ingen Schenau, 1986; Kolmogorov & Dublischeva, 1992), οι προωθητικές δυνάμεις (Schleihau, Higgins, Hinricks, Luedtke, Maglischo, Maglischo & Thayer, 1988; Rouard, Schleihau & Troup, 1996), η σχέση μεταξύ μήκους και συχνότητας χεριάς (Arellano, Brown, Cappaert & Nelson, 1994; Pelayo et al., 1996; Seifert, Chollet & Bardy, 2004), καθώς και η επιδεξιότητα και οι κατάλληλοι χειρισμοί σε έναν αγώνα (Seifert et al., 2004).

Η μυϊκή δύναμη των άνω άκρων και του κορμού, είναι σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη υψηλών ταχυτήτων στην κολύμβηση (Costill, Chalies & Chatard, 1980). Η ταχύτητα στην αγωνιστική απόδοση εξαρτάται από τη μέγιστη προωθητική δύναμη που μπορεί να αναπτύξει ένας κολυμβητής αλλά και από την διατήρησή της για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο δύο κολυμβητές υψηλού επιπέδου με την ίδια μυϊκή δύναμη διαφέρουν στην επίδοση, υποθέτοντας ότι έχουν παρόμοια τεχνική.

Στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης τα χέρια συμμετέχουν κατά 85% στην προώθηση του σώματος (Toussaint & Beek, 1992) και το επίπεδο της δύναμής τους αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων (Bitter & Levine, 1987; Costill et al., 1980). Οι περισσότεροι κολυμβητές για να βελτιώσουν τη δύναμη τους χρησιμοποιούν κάποια μορφή προπόνησης με ασκήσεις αντίστασης, όπως ελεύθερα βάρη, ασκήσεις με λάστιχα, ισοκινητικές ασκήσεις, δεμένη ή ημι-δεμένη κολύμβηση και προπόνηση με κολυμβητικά χεράκια (Maglischo, 1993; Payton & Lauder, 1995), καθώς και τη χρησιμοποίηση κάποιας μορφής φορτιού για να διανύσουν κάποια

απόσταση. Κατά την εκτέλεση όμως ασκήσεων δύναμης έξω από το νερό είναι δύσκολο να εφαρμοστεί το πρότυπο κίνησης των διαφόρων κολυμβητικών στυλ (Schleihauß, 1983) και κατά συνέπεια το προπονητικό αποτέλεσμα μπορεί να μεταφερθεί μόνο εν μέρει στη συγκεκριμένη αγωνιστική δραστηριότητα (Toussaint & Beek, 1992).

Το ελεύθερο είναι το πιο γρήγορο, από πλευράς επιδόσεων, από τα τέσσερα στυλ κολύμβησης εξ αιτίας της τεχνικής του. Η προπόνηση των κολυμβητών γίνεται με σκοπό τη βελτίωση της τεχνικής τοποθετώντας το σώμα τους όσο γίνεται καταλληλότερα μέσα στο νερό ώστε να μπορούν να υπερνικήσουν τις δυνάμεις αντίστασης που ασκούνται σε αυτό από το νερό. Έτσι μπορούν να μεγιστοποιήσουν την προώθησή τους σε κάθε κύκλο χεριάς.

Ο συντονισμός μεταξύ των χεριών και η διάρκεια εφαρμογής προωθητικών δυνάμεων από τα χέρια είναι επίσης ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την αποτελεσματική προώθηση στο νερό. Τα τελευταία χρόνια για την μελέτη του συγχρονισμού μεταξύ των δύο χεριών στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης έχει αναπτυχθεί ένας νέος δείκτης, ο δείκτης συντονισμού (IdC). Για τον υπολογισμό του καταγράφεται η χρονική καθυστέρηση μεταξύ της έναρξης της προωθητικής φάσης του ενός χεριού και της λήξης της προωθητικής φάσης του άλλου χεριού. Ο μέσος όρος της χρονικής καθυστέρησης στην εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια, εκφράζεται στη συνέχεια ως ποσοστό του μέσου όρου της διάρκειας της χεριάς και η τιμή που προκύπτει είναι ο δείκτης συντονισμού (Chollet, Chabies & Chatard, 2000).

Σύμφωνα με τους Costill, Maglischo & Richardson (1992), ο καλύτερος συγχρονισμός μεταξύ των δύο χεριών θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από μια διαδοχική εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια. Αυτός ο τρόπος συγχρονισμού των δύο χεριών που χαρακτηρίζεται ως «μοντέλο της αντίθεσης», διακρίνεται από απουσία χρονικής καθυστέρησης κατά την εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων από το αριστερό και το δεξί χέρι. Αντίθετα, σύμφωνα με τους Chatard, Collomp, Maglischo & Maglischo (1990), από άποψη ενεργειακού κόστους, οικονομικότερο θεωρείται το «μοντέλο της υπέρθεσης», όπου σημειώνεται μια επικάλυψη των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών. Τέλος, ένα τρίτο μοντέλο συγχρονισμού είναι το «μοντέλο του πιασίματος», όπου παρατηρείται μια χρονική καθυστέρηση μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών.

Μια από τις μορφές προπόνησης που χρησιμοποιούν οι κολυμβητές για την βελτίωση της δύναμής τους μέσα στο νερό είναι και η κολύμβηση με έλξη αντίστασης, όπου οι κολυμβητές καθώς κολυμπούν σέρνουν πίσω τους κάποιο φορτίο, όπως για παράδειγμα μια λεκάνη. Το ερώτημα που τίθεται ωστόσο είναι κατά πόσο τέτοιας μορφής προπόνηση διαφοροποιεί τα χαρακτηριστικά του στυλ και τον τρόπο συγχρονισμού μεταξύ των δύο χεριών. Μέχρι σήμερα δεν έχουν διερευνηθεί τυχόν μεταβολές στο δείκτη συντονισμού κατά την προπόνηση με έλξη αντίστασης, που να προέρχεται από λεκάνες μικρού μεγέθους. Η έλλειψη λοιπόν σχετικών ερευνών για τη συγκεκριμένη μορφή προπόνησης αντίστασης, αποτέλεσε το ερέθισμα για τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης,

Σύμφωνα με τους Chollet, Pelayo, Tourny & Sidney (1996), ο συντονισμός μεταξύ των χεριών αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό για τη μεγιστοποίηση της κολυμβητικής απόδοσης και διακρίνονται τρία κύρια μοντέλα για το ελεύθερο στυλ κολύμβησης τα οποία συνθέτουν έναν δείκτη συντονισμού με βάσει τις τέσσερις φάσεις που διαχωρίζεται η υποβρύχια κίνηση του χεριού:

- ✓ *Το μοντέλο της αντίθεσης*, όπου το ένα χέρι ξεκινά την έλξη και κατά συνέπεια την εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων, καθώς το άλλο χέρι τελειώνει την ώθηση και σταματά η εφαρμογή προωθητικής δύναμης από το συγκεκριμένο χέρι.
- ✓ *Το μοντέλο του πιασίματος* όπου υπάρχει ένας νεκρός χρόνος, δηλαδή μια χρονική καθυστέρηση, ανάμεσα στις προωθητικές φάσεις των δύο χεριών που οφείλεται κυρίως στη φάση του πιασίματος. Δηλαδή, το ένα χέρι ξεκινά τη φάση της έλξης, αφού το άλλο έχει ολοκληρώσει την φάση ώθησης. Κατά συνέπεια υπάρχει ένα χρονικό διάστημα στο οποίο δεν εφαρμόζονται προωθητικές δυνάμεις από κανένα χέρι.
- ✓ *Το μοντέλο της υπέρθεσης*, όπου παρατηρείται μια επικάλυψη, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, ανάμεσα στις προωθητικές φάσεις των δύο χεριών.

Σκοπός

Σκοπός της έρευνας ήταν η μελέτη της διαφοροποίησης του δείκτη συντονισμού των χεριών σε κολυμβήτριες κατά την κολύμβηση ελεύθερου με έλξη αντίστασης που προερχόταν από λεκάνη μικρού μεγέθους.

Λειτουργικοί ορισμοί

Χρονική καθυστέρηση (lag time): Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην έναρξη της προωθητικής φάσης του ενός χεριού και στην λήξη της προωθητικής φάσης του άλλου χεριού.

Μήκος χεριάς (stroke length): Η απόσταση που διανύει ο κολυμβητής κατά την διάρκεια κάθε κύκλου χεριάς.

Συχνότητα χεριάς (stroke rate): Οι χεριές που κάνει ο κολυμβητής στη μονάδα του χρόνου (κύκλοι/sec).

Κολυμβητική ταχύτητα: Το μήκος που διανύει ο κολυμβητής στη μονάδα του χρόνου.

Δείκτης συντονισμού (IdC): Ο μέσος όρος του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί στην εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια, ως ποσοστό της συνολικής διάρκειας της χεριάς.

Ερευνητικές και στατιστικές υποθέσεις

Ερευνητικές υποθέσεις:

1. Κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης που προέρχεται από λεκάνη μικρού μεγέθους αναμένεται μείωση του μήκους χεριάς, συγκριτικά με την ελεύθερη κολύμβηση.
2. Κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης που προέρχεται από λεκάνη μικρού μεγέθους, αναμένεται μείωση της συχνότητας της χεριάς, συγκριτικά με την ελεύθερη κολύμβηση.
3. Κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης που προέρχεται από λεκάνη μικρού μεγέθους, αναμένεται μείωση της κολυμβητικής ταχύτητας, συγκριτικά με την ελεύθερη κολύμβηση.
4. Κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης που προέρχεται από λεκάνη μικρού μεγέθους, αναμένεται αύξηση της διάρκειας των φάσεων της χεριάς συγκριτικά με την ελεύθερη κολύμβηση.

5. Κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης που προέρχεται από λεκάνη μικρού μεγέθους, αναμένεται αύξηση του δείκτη συντονισμού και μετάβαση από το μοντέλο του πιασίματος στο μοντέλο της αντίθεσης ή της υπέρθεσης.

Μηδενικές υποθέσεις:

1. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο μήκος χεριάς των κολυμβητριών κατά την ελεύθερη κολύμβηση και κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης λεκάνης μικρού μεγέθους.
2. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη συχνότητα χεριάς των κολυμβητριών κατά την ελεύθερη κολύμβηση και κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης λεκάνης μικρού μεγέθους.
3. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κολυμβητική ταχύτητα των κολυμβητριών κατά την ελεύθερη κολύμβηση και κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης λεκάνης μικρού μεγέθους.
4. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάρκεια των φάσεων της χεριάς των κολυμβητριών κατά την ελεύθερη κολύμβηση και κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης λεκάνης μικρού μεγέθους.
5. Δεν θα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον δείκτη συντονισμού των κολυμβητριών κατά την ελεύθερη κολύμβηση και κατά την κολύμβηση με έλξη αντίστασης λεκάνης μικρού μεγέθους.

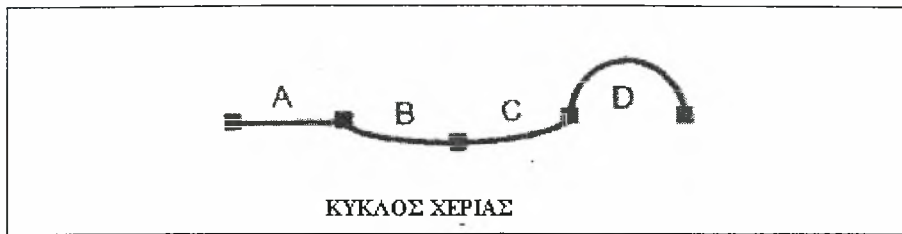
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Φάσεις κατά την υποβρύχια κίνηση του χεριού στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης.

Το ελεύθερο στυλ κολύμβησης είναι το πιο γρήγορο από πλευράς επιδόσεων από τα τέσσερα κολυμβητικά στυλ. Σε έναν κύκλο χεριάς λαμβάνει χώρα εναλλαγή της εφαρμογής προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια, τα οποία συμμετέχουν κατά 85% στην προώθηση του σώματος (Toussaint & Beek, 1992). Κατά συνέπεια το επίπεδο της δύναμης των χεριών αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων (Birrer & Levine, 1987; Costill et al., 1980). Σύμφωνα με τους Chollet et al. (2000), κάθε χεριά μπορεί να διαχωριστεί σε τέσσερις επιμέρους φάσεις:

- ✓ *Είσοδος και πιάσιμο:* Αυτή η φάση εκτείνεται από το χρονικό σημείο εισόδου του χεριού μέσα στο νερό έως την έναρξη της προς τα πίσω κίνησής του σε σχέση με το σώμα του κολυμβητή.
- ✓ *Έλξη:* Αυτή η φάση λαμβάνει χώρα από την έναρξη της προς τα πίσω κίνησης του χεριού, έως την στιγμή που το χέρι θα βρεθεί κάθετα κάτω από τον ώμο.
- ✓ *Ωθηση:* Η φάση της ώθησης ξεκινάει με το τέλος της φάσης έλξης έως την έξοδο του χεριού από το νερό.
- ✓ *Επαναφορά:* Κατά την φάση της επαναφοράς το χέρι κινείται έξω από το νερό έως την στιγμή της εισόδου του και πάλι μέσα στο νερό.

Από τις τέσσερις αυτές φάσεις σύμφωνα με τους Chollet et al. (2000), μόνο η έλξη και η ώθηση αποτελούν προωθητικές φάσεις, ενώ η είσοδος-πιάσιμο και η επαναφορά αποτελούν μη προωθητικές φάσεις (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Προωθητικές και μη προωθητικές φάσεις του χεριού

A: ΕΙΣΟΔΟΣ και ΠΙΑΣΙΜΟ: Μη προωθητική υποβρύχια φάση

B: ΕΛΞΗ: Προωθητική υποβρύχια φάση

C: ΩΘΗΣΗ: Προωθητική υποβρύχια φάση

D: ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ: Μη προωθητική φάση

Σχέση μεταξύ της συχνότητας και του μήκους χεριάς στην αύξηση της κολυμβητικής ταχύτητας ανάμεσα στα δύο φύλα.

Η μέγιστη δυνατή ταχύτητα στην αγωνιστική κολύμβηση επηρεάζεται από τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των χαρακτηριστικών στοιχείων που προσδιορίζουν την τεχνική του στυλ, δηλαδή της προωθητικής δύναμης που εφαρμόζεται στο νερό.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία που προσδιορίζουν την ταχύτητα στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης είναι δύο: η συχνότητα χεριάς (stroke rate: SR) και το μήκος χεριάς (stroke length: SL). Η συχνότητα χεριάς εκφράζει τον αριθμό των κύκλων χεριάς στη μονάδα του χρόνου (κύκλοι / min ή κύκλοι / sec), ενώ το μήκος χεριάς ορίζεται η απόσταση που διανύει το σώμα του κολυμβητή ανά κύκλο χεριάς. Η μέση κολυμβητική ταχύτητα (V) είναι το γινόμενο αυτών των δύο παραμέτρων ($V = SR \times SL$) (Maglischo, 1993)

Σύμφωνα με τους Pelayo et al. (1996), ανεξάρτητα από την απόσταση οι άντρες είχαν μεγαλύτερο μήκος χεριάς από τις γυναίκες, αλλά περίπου ίδια συχνότητα χεριάς. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Arellano et al. (1994), Kennedy, Brown, Chengalur & Nelson (1990) και Pai, Hay & Wilson (1984), για τις αποστάσεις των 100m και 200m. Οι διαφορετικές τιμές που βρέθηκαν στο μήκος της χεριάς αποδίδονται στα διαφορετικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά μεταξύ των δύο φύλων. Σε όλους σχεδόν τους αθλητές, άνδρες και γυναίκες, συμπεριλαμβάνοντας και αυτούς που βρίσκονται σε μέγιστο αγωνιστικό επίπεδο στις αποστάσεις από 50m-3000m φαίνεται ότι η ταχύτητα και η συχνότητα χεριάς αυξάνονται ενώ το μήκος χεριάς μειώνεται Seifert L et al (2004) (Πίνακας 1), εκτός

από την απόσταση των 50m που το μήκος χεριάς παρέμεινε σταθερό μόνο από τους άντρες.

Πίνακας 1. Δείκτης συντονισμού (IdC: %), ταχύτητα (V: m x s⁻¹), συχνότητα (SR: κύκλοι x min⁻¹), μήκος χεριάς (SL: m) ανάλογα με την κολυμβητική απόσταση. G1: Κολυμβητές υψηλού αγωνιστικού επιπέδου, G2: κολυμβήτριες υψηλού αγωνιστικού επιπέδου

ISP	Group	IdC	V	SR	SL
V3000	G1	-10.5 ±5.3	1.43±0.07	29.7±3.6	2.92±0.036
	G2	-11.56±5.8	1.27±0.08	30.5±2.9	2.51±0.15
	Μέσος όρος	-10.9±5.4	1.37±0.11	30±3.3	2.76±0.36
V1500	G1	-9.4±5.2	1.5±0.08	31.8±3.4	2.85±0.28
	G2	-10.9±6.1	1.31±0.1	31.8±4.2	2.5±0.18
	Μέσος όρος	-10±5.5	1.43±0.13	31.8±3.6	2.7±0.3
V800	G1	-8.5±5.4	1.53±0.06	34.6±3.6	2.69±0.28
	G2	-9.53±6.3	1.35±0.08	33.6±3.6	2.42±0.16
	Μέσος όρος	-8.93±5.7	1.46±0.12	34.2±3.6	2.59±0.27
V400	G1	-7.8±4.5	1.61±0.06	36.6±3.6	2.66±0.27
	G2	-10.67±7.1	1.41±0.08	36.2±3.9	2.35±0.14
	Μέσος όρος	-9±5.8	1.52±0.12	36.4±3.7	2.53±0.27
V200	G1	-5.9±4.6	1.71±0.08	41.3±42.5	2.51±0.2
	G2	-9.1±6	1.47±0.06	39.1±2.5	2.26±0.08
	Μέσος όρος	-7.24±5.4	1.61±0.14	40.4±3.6	2.4±0.2
V100	G1	-1±4.5	1.8±0.06	46.3±2.9	2.34±0.16
	G2	-6.56±6	1.53±0.06	42.95±1.9	2.14±0.06
	Μέσος όρος	-3.34±5.8	1.69±0.15	4±4.93	2.26±0.16
V50	G1	-1.13± 6	1.85±0.06	49.9±3.7	2.23±0.16
	G2	-5.1±5.6	1.58±0.06	46.3±3.6	2.06±0.11
	Μέσος όρος	-1.46±6.6	1.74±0.15	48.4±4	2.16±0.16
Vmax	G1	-2.57±6.1	1.93±0.1	53.7±3.6	2.160.12
	G2	-3.88±6.1	1.62±0.06	48.7±3.1	2±0.09
	Μέσος όρος	-0.12±6.8	1.8±0.18	51.6±4.2	2.09±0.13
Μέσος όρος	G1	-4.9±7	1.67±0.18	40.5±9	2.54±0.36
	G2	-8.32±6.5	1.45±0.14	38.9±7.1	2.27±0.22
	Μέσος όρος	-6.3±7	1.58±0.2	39.9±8.3	2.43±0.34

Όπως αναμενόταν, οι άντρες υψηλού επιπέδου είχαν καλύτερες επιδόσεις από τις γυναίκες σε κάθε αγώνισμα. Αυτό αποδίδεται στο μεγαλύτερο μήκος χεριάς που είχαν οι κολυμβητές, ενώ καμία διαφορά δεν παρατηρήθηκε στη συχνότητα χεριάς. Επίσης, ενώ οι γυναίκες στα σπρίντ μείωναν το μήκος χεριάς τους, οι άντρες το διατηρούσαν σταθερό. Σύμφωνα με τους Pelayo et al. (1996), στους κολυμβητές το μήκος χεριάς αυξάνεται από τα 50m στα 200m, και μειώνεται από τα 200m στα 1500m. Καθώς η μέση συχνότητα χεριάς ήταν ίδια και για τα δύο φύλα, αποδεικνύεται ότι το μήκος χεριάς είναι η κύρια αιτία για τις διαφορετικές ταχύτητες ανάμεσα στους άντρες και τις γυναίκες. Η υψηλότερη κολυμβητική ταχύτητα των κολυμβητών συγκριτικά με τις κολυμβήτριες επιβεβαιώνεται επίσης από πολλές μελέτες (Arrelano et al., 1994; Chollet et al., 2000; Kennedy et al., 1990; Pai et al., 1984; Pelayo et al., 1996).

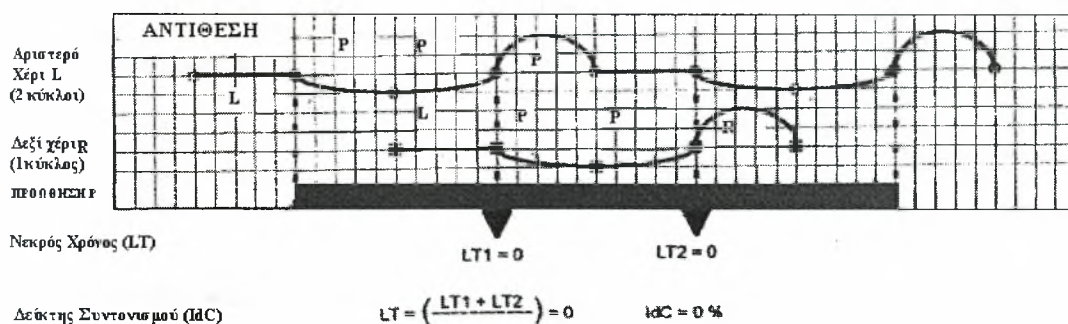
Δείκτης Συντονισμού

Ο συντονισμός μεταξύ των μελών του σώματος στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την αποτελεσματική εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων και έχει αποδειχθεί ότι εξαρτάται από το χαρακτήρα του αγώνα (σπριντ, μεσαίες, μεγάλες αποστάσεις), καθώς και από το αγωνιστικό επίπεδο των κολυμβητών.

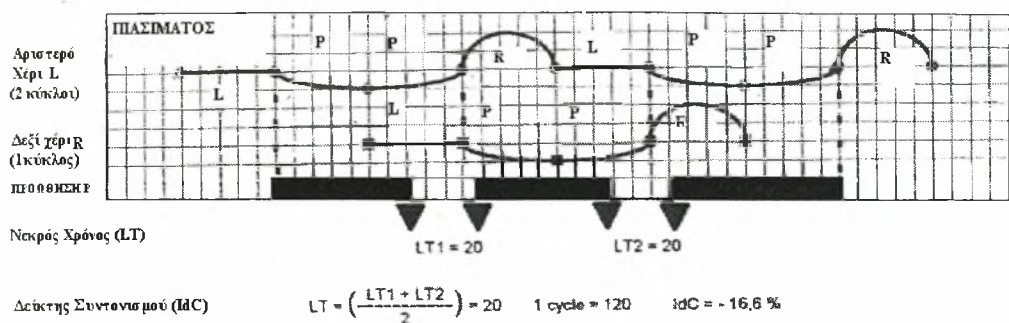
Σύμφωνα με τους Chatard et al. (1990), στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης ιδανικότερο για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι το μοντέλο της υπέρθεσης, όπου παρατηρείται μια επικάλυψη στην εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια. Αντίθετα, σύμφωνα με τους Costill et al. (1992), ιδανικότερο μοντέλο για κολυμβητές υψηλού επιπέδου είναι το μοντέλο της αντίθεσης, όπου σημειώνεται μια αλληλουχία στην εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια. Ωστόσο, ποσοτικοποίηση του τρόπου συγχρονισμού μεταξύ των δύο χεριών επιτεύχθηκε για πρώτη φορά από τους Chollet et al. (2000), καταγράφοντας το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των εφαρμογής προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια. Η διάρκεια των προωθητικών φάσεων μεταβάλλεται με την ταχύτητα του κολυμβητή (Costill et al., 1992), την κολυμβητική απόσταση (σπρίντ, μεσαίες ή μεγάλες αποστάσεις), καθώς επίσης και στον ρυθμό κτυπήματος των ποδιών 2-4-6 (Maglischo, 1993). Επιπλέον, υπάρχουν μεταβολές και στη διάρκεια των μη προωθητικών φάσεων του χεριού, δηλαδή στην είσοδο και την επαναφορά (Monteil, Rouard, Dufour, Cappaert & Troup, 1996; Toussaint & Beek, 1992).

Σύμφωνα με τους Chollet et al. (2000), και βάσει των τιμών του δείκτη συντονισμού που ανέπτυξαν, στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης υπάρχουν τρία μοντέλα συγχρονισμού μεταξύ των χεριών:

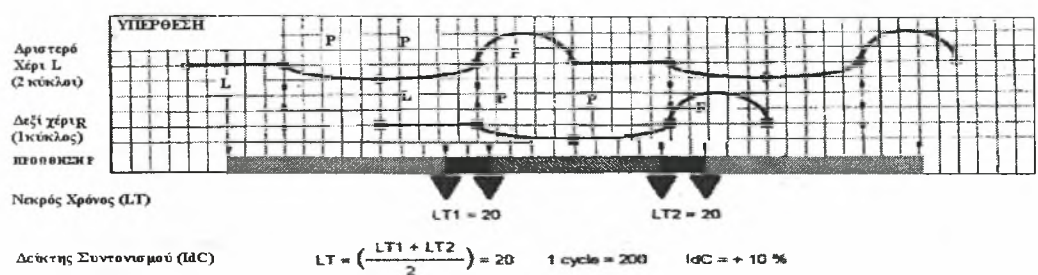
- ✓ Το μοντέλο της αντίθεσης, όπου το ένα χέρι ξεκινά τη φάση της έλξης και κατά συνέπεια την εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων, καθώς το άλλο χέρι τελειώνει τη φάση της ώθησης, σταματώντας την εφαρμογή προωθητικής δύναμης από το συγκεκριμένο χέρι. Έτσι, δεν υπάρχει χρονική καθυστέρηση στην εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια, αλλά αλληλουχία στην εφαρμογή τους. Σε αυτή την περίπτωση ο δείκτης συντονισμού είναι μηδέν (Σχήμα 2).
- ✓ Το μοντέλο του πιασίματος, όπου υπάρχει νεκρός χρόνος, δηλαδή χρονική καθυστέρηση ανάμεσα στις προωθητικές φάσεις των δύο χεριών. Αυτό σημαίνει ότι το ένα χέρι ξεκινά τη φάση της έλξης αφού το άλλο χέρι έχει ήδη ολοκληρώσει τη φάση της ώθησης. Κατά συνέπεια υπάρχει ένα χρονικό διάστημα στο οποίο δεν εφαρμόζονται προωθητικές δυνάμεις από κανένα χέρι. Σε αυτήν την περίπτωση ο δείκτης συντονισμού λαμβάνει αρνητικές τιμές (Σχήμα 3).
- ✓ Το μοντέλο της υπέρθεσης, όπου σημειώνεται μια επικάλυψη, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, ανάμεσα στις προωθητικές φάσεις των δύο χεριών. Δηλαδή, πριν το ένα χέρι τελειώσει τη φάση της ώθησης, το άλλο χέρι αρχίζει τη φάση της έλξης. Σε αυτήν την περίπτωση ο δείκτης συντονισμού λαμβάνει θετικές τιμές (Σχήμα 4).



Σχήμα 2. Το μοντέλο της αντίθεσης: το ένα χέρι ξεκινά τη φάση της έλξης μόλις το άλλο χέρι ολοκληρώνει τη φάση της ώθησης (Chollet et al., 2000).



Σχήμα 3. Το μοντέλο του πιασίματος: ύπαρξη χρονικής καθυστέρησης στην εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια (Chollet et al., 2000).



Σχήμα 4. Το μοντέλο της υπέρθεσης: Επικάλυψης μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών (Chollet et al., 2000).

Στην έρευνα των Chollet et al., (2000), συμμετείχαν 43 αθλητές, μέλη της εθνικής ομάδας της Γαλλίας, οι οποίοι διαχωρίστηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με τις επιδόσεις τους στα 800m, τα 100m και τα 50m. Την πρώτη ομάδα, με το υψηλότερο επίπεδο, αποτέλεσαν 14 κολυμβητές, τη δεύτερη ομάδα αποτέλεσαν 15 αθλητές με μεσαίο αγωνιστικό επίπεδο και την τρίτη ομάδα αποτέλεσαν 14 αθλητές με το χαμηλότερο επίπεδο. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι για όλο το δείγμα των αθλητών που πήραν μέρος στην έρευνα, ο δείκτης συντονισμού λάμβανε κατά μέσο όρο αρνητικές τιμές, και αντιστοιχούσε στο μοντέλο του πιασίματος. Ωστόσο, καθώς αυξάνεται η κολυμβητική ταχύτητα, και παρατηρείται μια μετάβαση από το μοντέλο του πιασίματος στο μοντέλο της αντίθεσης ή ακόμη και της υπέρθεσης. Το ίδιο παρατηρείται με της αύξηση του προπονητικού επιπέδου και της συχνότητα χεριάς.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από τους Chollet et al., (1999), για τον καθορισμό του μοντέλου συντονισμού μεταξύ των χεριών νστο ελεύθερο στυλ

κολύμβησης, θα πρέπει να καθοριστεί η διάρκεια των επιμέρους φάσεων της χεριάς και το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών. Θα πρέπει λοιπόν να καθοριστεί το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της έναρξης της προωθητικής φάσης της πρώτης δεξιάς χεριάς και του τέλους της προωθητικής φάσης της πρώτης αριστερού χεριάς (LT1) και ανάμεσα στην αρχή της προωθητικής φάσης της 2^{ης} αριστερής χεριάς και το τέλος της προωθητικής φάσης της πρώτης δεξιάς χεριάς (LT2). Στη συνέχεια, αυτά τα χρονικά διαστήματα (LT1 και LT2), πρέπει να εκφραστούν ως ποσοστό της συνολικής διάρκειας της χεριάς. Σύμφωνα, με τους Chollet et al (2000), ο δείκτης συντονισμού μπορεί να έχει θετικές, αρνητικές ή μηδενικές τιμές. Συγκεκριμένα, όταν η έλξη του ενός χεριού αρχίζει ταυτόχρονα με το τέλος της ώθησης του άλλου χεριού, τότε ο δείκτης είναι μηδέν ($IdC = 0$). Όταν η έλξη του ενός χεριού αρχίζει πριν τελειώσει η ώθηση του άλλου, τότε ο δείκτης είναι θετικός ($IdC = +$). Τέλος, όταν η ώθηση του ενός χεριού έχει τελειώσει και η έλξη του άλλου δεν έχει αρχίσει, τότε ο δείκτης είναι αρνητικός ($IdC = -$).

Όταν ο δείκτης συντονισμού είναι θετικός, δηλώνει ότι εφαρμόζεται το μοντέλο της υπέρθεσης, οπότε υπάρχει καλύτερη εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων (Chatard et al., 1990). Αντίθετα, όταν ο δείκτης είναι αρνητικός, δηλώνει ότι εφαρμόζεται το μοντέλο του πιασίματος και σημειώνεται χρονική καθυστέρηση μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών. Αυτό έχει ως συνέπεια την επιβράδυνση του κολυμβητή και κατ' επέκταση την μείωση της κολυμβητικής απόδοσης. Όσον αφορά το μοντέλο της αντίθεσης, παρατηρείται μια εναλλαγή των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών, με αποτέλεσμα ο δείκτης συντονισμού να λαμβάνει μηδενικές τιμές.

Ταχύτητα και Δείκτης Συντονισμού

Όπως αναφέρθηκε ήδη, ο δείκτης συντονισμού αυξάνεται καθώς αυξάνεται η κολυμβητική ταχύτητα. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Keskinen και Komí (1993), σε 10 αθλητές υψηλού επιπέδου, βρέθηκε ότι στους αγώνες ταχύτητας (σπριντ V100 και V50), ο συντονισμός των κολυμβητών προσαρμόζεται στο μοντέλο της αντίθεσης. Στο μοντέλο αυτό οι κολυμβητές μειώνουν την διάρκεια των μη προωθητικών φάσεων (είσοδος-επαναφορά), ενώ αυξάνουν τη διάρκεια των προωθητικών φάσεων (έλξη και ώθηση).

Η αύξηση στη σχετική διάρκεια της συνολικής προωθητικής φάσης ουσιαστικά αφορά τη φάση της έλξης, που αυξάνεται περισσότερο από την φάση της ώθησης, η οποία σχετίζεται με την επιτάχυνση του χεριού προς τα πίσω (Councilman, 1981).

Σύμφωνα με τους Kolmogorov & Duplisheva, (1992) η αποτελεσματική εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων εξαρτάται από το επίπεδο της κολυμβητικής τεχνικής. Όσο πιο υψηλό είναι το επίπεδο των αθλητών τόσο πιο ικανοί είναι να μετατρέψουν το μοντέλο του πιασίματος σε μοντέλο της αντίθεσης ή ακόμα και της υπέρθεσης. Η ταχύτητα που επιδρά στο συντονισμό της χεριάς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κολυμβητικό επίπεδο. Στο μοντέλο της αντίθεσης και στο μοντέλο της υπέρθεσης παρατηρείται εξοικονόμηση ενεργειακής δαπάνης και μικρότερη υδροδυναμική αντίσταση.

Όσον αφορά το συγχρονισμό των κινήσεων των χεριών και των ποδιών, μία αύξηση στην ταχύτητα κολύμβησης οδηγεί στην προσαρμογή των χτυπημάτων των ποδιών από 2 σε 6 χτυπήματα. Σύμφωνα με τους Hollander et al. (1988) η κίνηση των ποδιών δεν αποσκοπεί μόνο στην ισορροπία του σώματος στο νερό, αλλά και στην προώθηση. Ο συντονισμός των ποδιών μπορεί να ποικίλει μεταξύ 2, 4 ή 6, χτυπημάτων ανά κύκλο χεριάς. Οι δύο πρώτοι συνδυασμοί χρησιμοποιούνται στις μεγάλες αποστάσεις (400 – 1500 m). Αντίθετα, το κτύπημα των έξι ποδιών ανά κύκλο χεριάς εφαρμόζεται σε αγωνίσματα μικρών αποστάσεων (Costill et al., 1992; Persyn, Daly, Vervaecke, Van Tilborgh, & Verhetsel, 1983).

Αγωνιστικό επίπεδο και Δείκτης Συντονισμού

Οι Potdevin, Bril, Sidney & Pelayo (2006) μελέτησαν το μοντέλο του συντονισμού σε σχέση με την συχνότητα χεριάς και το αγωνιστικό επίπεδο. Δηλαδή μελέτησαν κατά πόσο οι υψηλού επιπέδου αθλητές σε μέγιστη ταχύτητα μεταβάλουν τα χαρακτηριστικά της τεχνικής τους σε σχέση με αθλητές που το αγωνιστικό τους επίπεδο είναι χαμηλότερο (Σχήμα 5). Οι υψηλής αγωνιστικής κατάστασης αθλητές χαρακτηρίζονται από την ικανότητά τους να υιοθετούν το μοντέλο της υπέρθεσης, που απαιτεί μεγάλη εμπειρία (Costill, 1992; Maglischo, 1993). Ωστόσο αυτό φαίνεται να σχετίζεται με την συχνότητα χεριάς, καθώς σύμφωνα με τους Potdevin et al. (2005) χαμηλού επιπέδου αθλητές όταν κολυμπούν μία μικρή απόσταση με την ίδια υψηλή συχνότητα χεριάς, όπως οι κολυμβητές υψηλού αγωνιστικού επιπέδου, δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στο δείκτη συντονισμού μεταξύ των δύο χεριών.

Μέθοδοι προπόνησης για τη βελτίωση της δύναμης των κολυμβητών

Η μυϊκή δύναμη των άνω άκρων και του κορμού, είναι σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη υψηλών ταχυτήτων στην κολύμβηση (Costill et al., 1980), ενώ η οποιαδήποτε αύξηση της ταχύτητας στην αγωνιστική κολύμβηση σχετίζεται κυρίως με αύξηση του μήκους χεριάς. Επομένως, οι κολυμβητές θα πρέπει να αυξήσουν την μυϊκή τους δύναμη για να αυξήσουν το μήκος χεριάς και κατά συνέπεια την ταχύτητά τους (Αυλωνίτου, 1996).

Οι περισσότεροι κολυμβητές για να βελτιώσουν τη δύναμη τους χρησιμοποιούν διάφορες μορφές προπόνησης για να αυξήσουν την αντίσταση που πρόκειται να υπερνικήσουν. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούν κολυμβητικά χεράκια ή έλκουν διάφορα αντικείμενα (Birrer και Levine, 1987; Costill et al, 1980).

Η προπόνηση αντίστασης με κολυμβητικά χεράκια φαίνεται να μιμείται το πρότυπο της κίνησης και τις ταχύτητες που αναπτύσσονται κατά την ελεύθερη κολύμβηση. Χρησιμοποιούνται κυρίως για να αυξηθεί η επιφάνεια των χεριών, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την αίσθηση του νερού καθ' όλη τη διάρκεια της υποβρύχιας κίνησης. Ωστόσο, το μέγεθος που έχουν τα κολυμβητικά χεράκια φαίνεται να είναι καθοριστικής σημασίας. Σύμφωνα με τους Schleihau et al. (1988) η προωθητική δύναμη που ασκείται από το χέρι είναι ανάλογη με την επιφάνεια και την ταχύτητα κίνησής του. Κατά συνέπεια, λόγω αύξησης της προωθητικής επιφάνειας η αποτελεσματικότητα της έλξης είναι υψηλότερη με κολυμβητικά χεράκια, απ' ότι χωρίς χεράκιας (Toussaint, Janssen & Kluft, 1991).

Σύμφωνα με τους Sidney, Paillette, Hespel, Chollet & Pelayo (2001) ο δείκτης συντονισμού αυξάνεται κατά την κολύμβηση με κολυμβητικά χεράκια. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι κατά την κολύμβηση με κολυμβητικά χεράκια οι κολυμβητές μειώνουν τη διάρκεια των μη προωθητικών φάσεων (είσοδος και επαναφορά), ενώ αυξάνουν τη διάρκεια των προωθητικών φάσεων (έλξη και ώθηση). Αυτές οι διαπιστώσεις συμφωνούν με την παρατήρηση των Keskinen & Komi (1993), σύμφωνα με τους οποίους καθώς αυξάνεται η κολυμβητική ταχύτητα μειώνεται η διάρκεια της φάσης του πιασίματος, ενώ αντίθετα αυξάνεται η διάρκεια των προωθητικών φάσεων της έλξης και της ώθησης.

Ωστόσο, μέχρι σήμερα, τουλάχιστον βάσει όσων γνωρίζουμε, δεν έχει διερευνηθεί η επίδραση που μπορεί να έχει η έλξη αντίστασης, όπως π.χ. η έλξη μιας λεκάνης, στο δείκτη συντονισμού μεταξύ των χεριών στο ελεύθερο στυλ

κολύμβησης. Η έλλειψη σχετικών ερευνών αποτέλεσε το ερέθισμα για τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στη έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 10 κολυμβήτριες αγωνιστικών κατηγοριών, που συμμετείχαν σε συλλόγους της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, και το κύριο αγωνιστικό τους στυλ ήταν το ελεύθερο στυλ κολύμβησης. Η ηλικία τους ανέρχονταν κατά μέσο όρο σε 18.2 ± 4.7 έτη, το ύψος τους σε 1.69 ± 0.14 m, και η σωματική τους μάζα σε 60 ± 6.3 kg. Οι επιδόσεις τους στα 100m ελεύθερο ανέρχονταν ε 63.3 ± 2.27 sec

Περιγραφή των οργάνων

Η καταγραφή της κίνησης των δύο χεριών πραγματοποιήθηκε με 4 S-VHS κάμερες (2 Panasonic PV-900 και 2 Panasonic AG-188) και συχνότητα δειγματοληψίας 60 εικόνες ανά sec. Κάθε κάμερα τοποθετήθηκε πίσω από ένα ειδικό περισκόπιο κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι οπτικοί άξονες κάθε ζεύγους μηχανών λήψης να σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 41 μοιρών. Για το συγχρονισμό των τεσσάρων μηχανών λήψης, χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα από LED ορατά στο οπτικό πεδίο της κάθε κάμερας, που ενεργοποιούνταν από τον εξεταστή κατά τη διάρκεια κάθε προσπάθειας.

Διαδικασία μέτρησης

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε πισίνα 25 m. Για τη διαβάθμιση του χώρου διεξαγωγής της κίνησης, στο μέσο της κεντρικής διαδρομής της πισίνας των 25m, χρησιμοποιήθηκε ένας κύβος διαβάθμισης διαστάσεων 1m x 3m x 1m στους X, Y και Z άξονες αντίστοιχα (X= εγκάρσιος άξονας, Y= επιμήκης άξονας, Z= κατακόρυφος άξονας), πάνω στον οποίο τοποθετήθηκαν 24 σημεία

ελέγχου. Στην αρχή ο κύβος διαβάθμισης τοποθετήθηκε μέσα στο νερό στο μέσο της κεντρικής διαδρομής του κολυμβητηρίου των 25m και στη συνέχεια μετακινήθηκε για να εκτελεστούν οι προσπάθειες των κολυμβητών.

Τόσο στο δεξί, όσο και στο αριστερό χέρι κάθε κολυμβήτριας σημειώθηκαν με μαύρο μαρκαδόρο το ακρώμιο του ώμου, το πέμπτο μετακάρπιο και το δεύτερο μετακάρπιο. Επιπλέον σημειώθηκαν στο αριστερό και στο δεξί ισχίο των κολυμβητριών η μείζονα τροχαντήρα του μηριαίου οστού.

Οι κολυμβήτριες διένυσαν μια απόσταση 25 m, με μέγιστη ένταση, μια φορά χωρίς αντίσταση και μια φορά με έλξη αντίσταση που προέρχονταν από μια λεκάνη μικρού μεγέθους. Η διάμετρος της λεκάνης ήταν 23 cm και η χωρητικότητά της 2.2 lt. Η κίνηση του κάθε χεριού από την είσοδο του στο νερό έως και την έξοδο του από αυτό, διαχωρίστηκε σε τέσσερις φάσεις: φάση γλιστρήματος - φάση έλξης - φάση ώθησης - φάση επαναφοράς.

Η καταγραφή των συντεταγμένων θέσης των επιλεγμένων σημείων πάνω στο σώμα των κολυμβητριών πραγματοποιήθηκε μέσω του συστήματος Ariel Performance Analysis System και για τον υπολογισμό των τρισδιάστατων συντεταγμένων τους εφαρμόστηκε η μέθοδος του άμεσου γραμμικού μετασχηματισμού (Direct Linear Transformation – DLT).

Η εξομάλυνση των αρχικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ψηφιακού κατωδιαβατού φίλτρου με συχνότητα κοπής που καθορίστηκε στα 6 Hz, μετά από ανάλυση υπολοίπων για ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων.

Καταγράφηκαν δύο ολοκληρωμένοι κύκλοι χεριάς, δηλαδή δύο ολοκληρωμένες δεξιές και δύο ολοκληρωμένες αριστερές χεριές. Η μέση διάρκεια του κύκλου χεριάς προέκυψε από το μέσο όρο της διάρκειας των δύο κύκλων χεριάς $[T = (T_1 + T_2)/2]$. Επίσης, καταγράφηκαν η χρονική καθυστέρηση (lag time), μεταξύ της έναρξης της φάσης έλξης της πρώτης δεξιάς χεριάς και του τέλους της φάσης ώθησης της πρώτης αριστερής χεριάς (L_1), καθώς επίσης και η χρονική καθυστέρηση μεταξύ της λήξης της ώθησης της πρώτης δεξιάς χεριάς και την έναρξη της φάσης έλξης της δεύτερης αριστερής χεριάς (L_2). Στη συνέχεια ο μέσος όρος της χρονικής καθυστέρησης στην εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων από τα δύο χέρια εκφράστηκε ως ποσοστό του μέσου όρου της διάρκειας της χεριάς, έτσι ώστε να προκύψει ο δείκτης συγχρονισμού:

$$IdC = (LT_1 + LT_2) / 2 \times (100 / T)$$

Το μήκος της χεριάς (SL) υπολογίσθηκε από τον μέσο όρο της μετατόπισης του αριστερού και δεξιού ισχίου στον επιμήκη άξονα κατά τη διάρκεια μιας ολοκληρωμένης αριστερής και δεξιάς χεριάς αντίστοιχα. Η μέση κολυμβητική ταχύτητα υπολογίσθηκε ως το πηλίκο του μέσου όρου του μήκους χεριάς προς το μέσο όρο της διάρκειας της χεριάς ($V = SL/T$). Τέλος, η μέση συχνότητα της χεριάς υπολογίσθηκε από τη σχέση $SR = V/SL$.

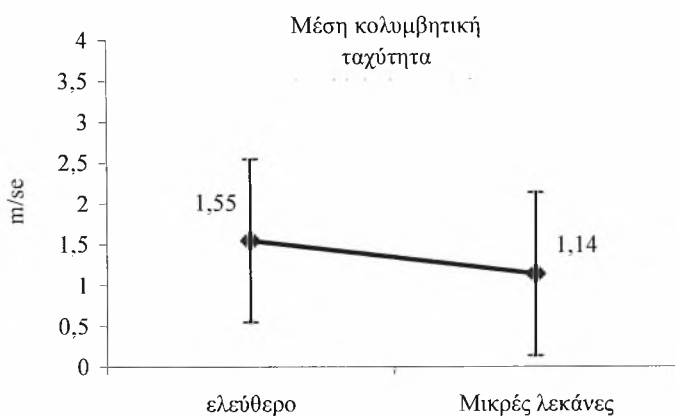
Στατιστική ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε ως $p < 0.05$, για κάθε εξαρτημένη μεταβλητή.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μέση κολυμβητική ταχύτητα.

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη μέση κολυμβητική ταχύτητα κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη κολυμβητική ταχύτητα κατά την ελεύθερη κολύμβηση ($t_9 = 28.258$; $p < 0.05$) (Σχήμα 5 και Πίνακας 2).



Σχήμα 5. Μέση κολυμβητική ταχύτητα κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

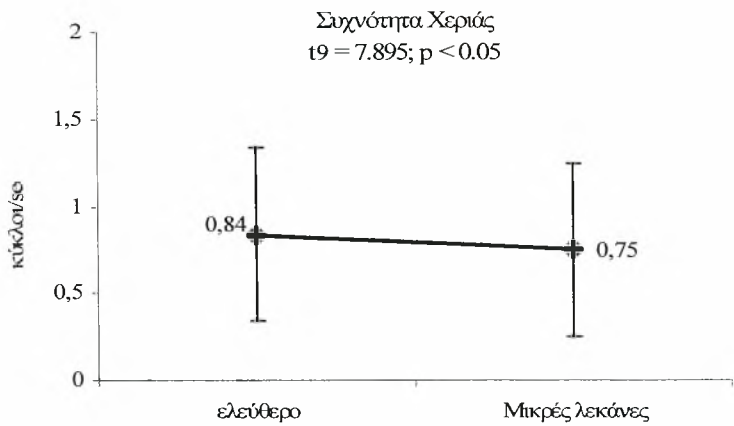
Πίνακας 2. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέσης κολυμβητικής ταχύτητας (m/sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (m/sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (m/sec)	t-τιμή
X ± SD	1.55 ± 0.070	1.14 ± 0.08	28.258*

* $p < 0.05$

Συχνότητα χεριάς

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη συχνότητα χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μικρότερη συχνότητα χεριάς κατά την κολύμβηση με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους ($t_9 = 7.895$; $p < 0.05$) (Σχήμα 6 και Πίνακας 3).



Σχήμα 6. Μέσοι όροι της συχνότητας χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους..

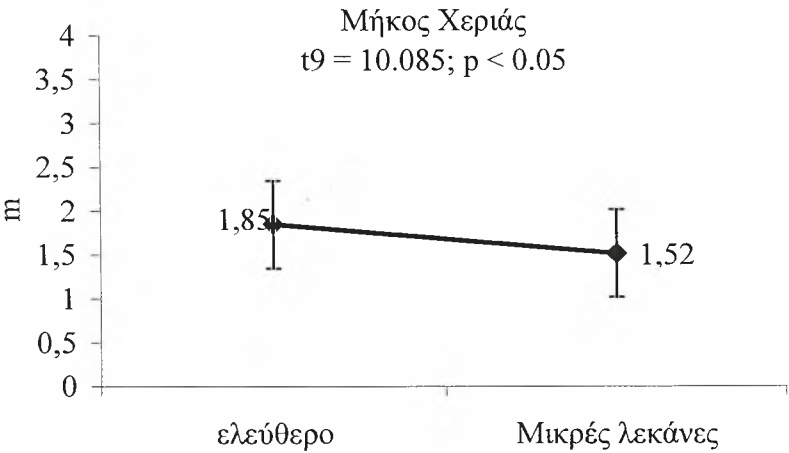
Πίνακας 3. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συχνότητας χεριάς (κύκλοι/sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (κύκλοι/sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (κύκλοι/sec)	t-τιμή
X ± SD	0.84 ± 0.05	0.75 ± 0.06	7.895*

*p< 0.05

Μήκος χεριάς

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στο μήκος χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο μήκος χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση ($t_9 = 10.085$; $p < 0.05$) (Σχήμα 7 και Πίνακας 4).



Σχήμα 7. Μέσοι όροι του μήκους χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

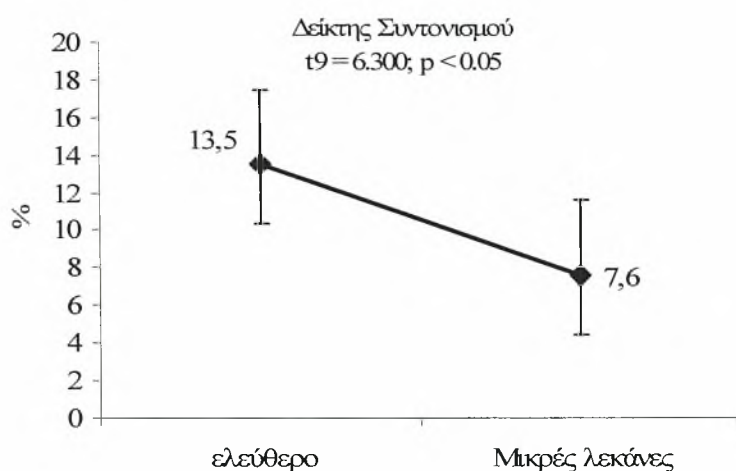
Πίνακας 4. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του μήκους χεριάς (m) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (m)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (m)	t-τιμή
X ± SD	1.85 ± 9.49	1.52 ± 0.13	10.085*

*p< 0.05

Δείκτης Συντονισμού

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στο δείκτη συντονισμού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελεύθερου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση του δείκτη συντονισμού κατά την κολύμβηση με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους ($t_9 = 6.300$; $p < 0.05$) (Σχήμα 8 και Πίνακας 5).



Σχήμα 8. Μέσοι όροι του δείκτη συντονισμού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελεύθερου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

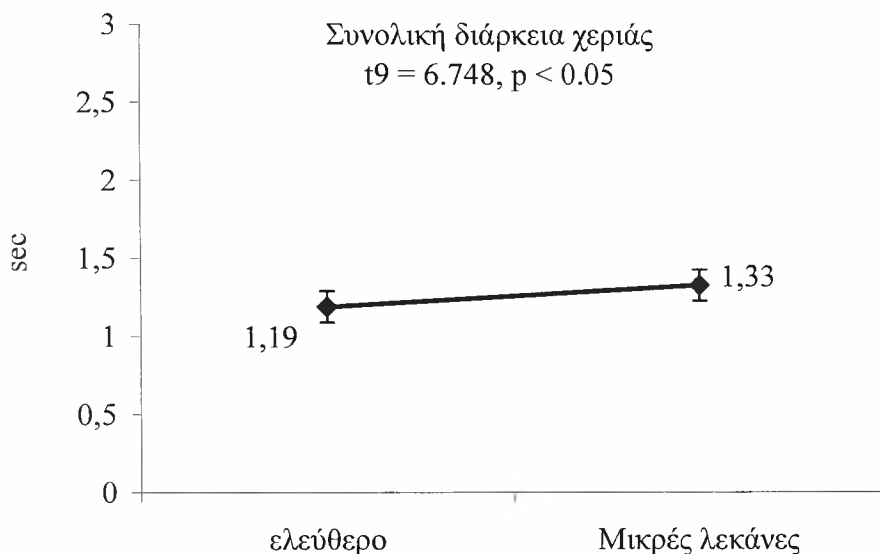
Πίνακας 5. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις του δείκτη συντονισμού (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελεύθερου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	-13.5 ± 4.00	-7.6 ± 3.11	6.300*

* $p < 0.05$

Συνολική διάρκεια χεριάς

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην συνολική διάρκεια της χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε $t - test$ για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μικρότερη συνολική διάρκεια της χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση ($t_9 = 6.748, p < 0.05$) (Σχήμα 9 και Πίνακας 6).



Σχήμα 9. Μέσοι όροι της συνολική διάρκειας της χεριάς κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

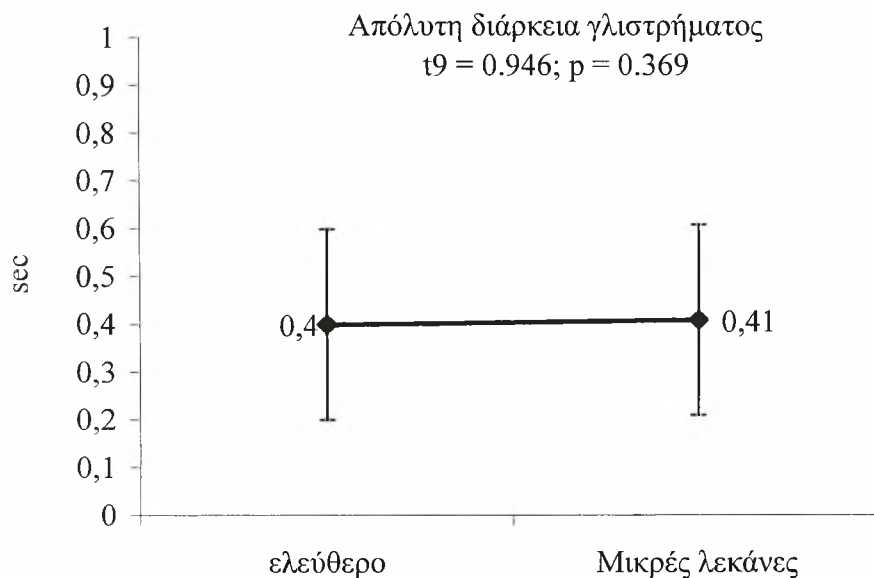
Πίνακας 6. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της συνολικής διάρκειας της χεριάς (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	1.19 ± 0.07	1.33 ± 0.11	6.748*

* $p < 0.05$

Απόλυτη διάρκεια γλιστρήματος

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην απόλυτη διάρκεια της φάσης του γλιστρήματος κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών μέτρησης ($t_9 = 0.946$, $p = 0.369$) (Σχήμα 10 και Πίνακας 7).



Σχήμα 10. Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας του γλιστρήματος κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

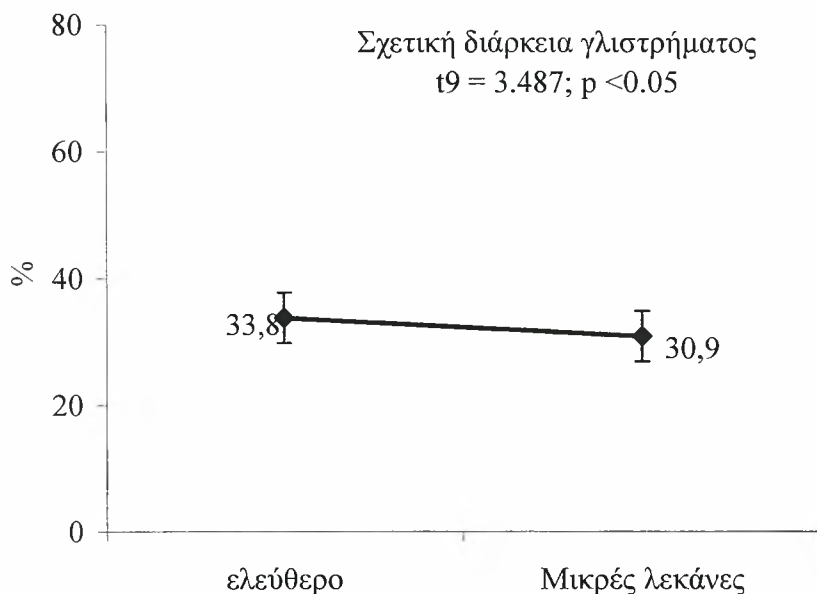
Πίνακας 7. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας του γλιστρήματος (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	0.406 ± 0.09	0.417 ± 0.09	0.946

* $p < 0.05$

Σχετική διάρκεια γλιστρήματος

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην σχετική διάρκεια του γλιστρήματος κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σχετική διάρκεια του γλιστρήματος κατά την ελεύθερη κολύμβηση ($t_9 = 3.487$; $p < 0.05$) (Σχήμα 11 και Πίνακας 8).



Σχήμα 11. Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας του γλιστρήματος κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

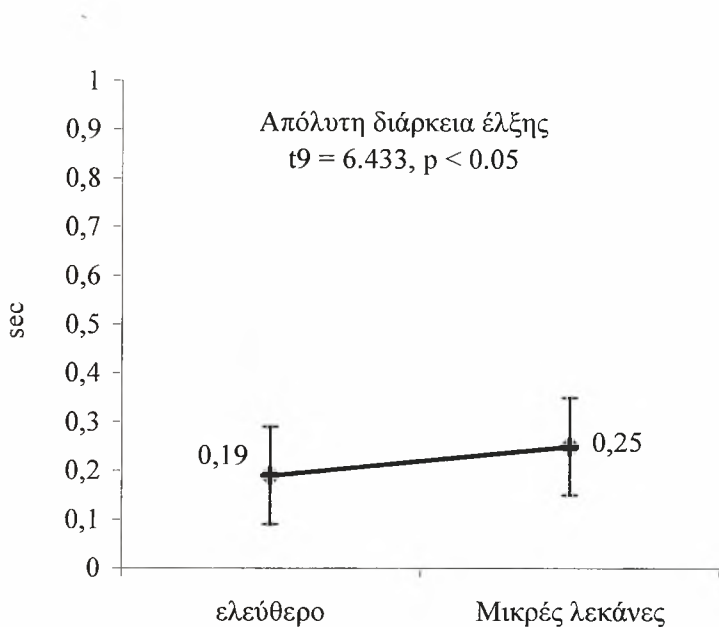
Πίνακας 8. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας του γλιστρήματος (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	33.8 ± 6.02	30.9 ± 4.75	3.487

* $p < 0,05$

Απόλυτη διάρκεια έλξης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην απόλυτη διάρκεια της έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη απόλυτη διάρκεια της έλξης του χεριού κατά την κολύμβηση με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους ($t_9 = 6.433$; $p < 0.05$) (Σχήμα 12 και Πίνακας 9).



Σχήμα 12. Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

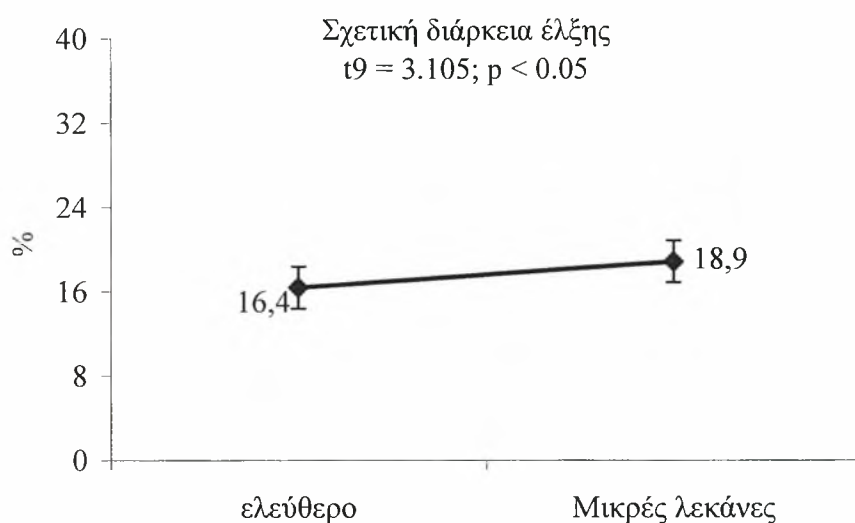
Πίνακας 9. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της έλξης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	0.196 ± 0.03	0.252 ± 0.02	6.433 *

*p< 0.05

Σχετική διάρκεια έλξης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη σχετική διάρκεια της έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε ότι η σχετική διάρκεια της έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερη από τη σχετική διάρκεια της έλξης κατά την κολύμβηση με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους ($t_9 = 3.105$; $p < 0.05$) (Σχήμα13 και Πίνακας 10).



Σχήμα 13. Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

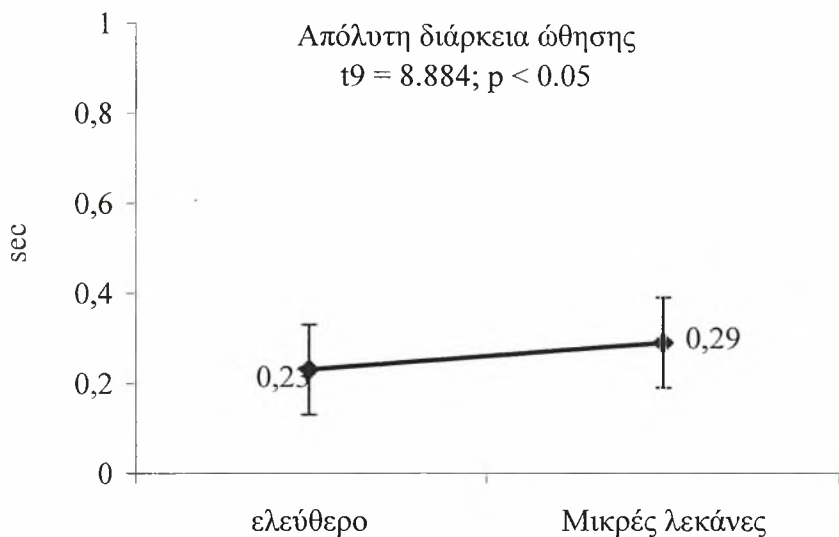
Πίνακας 10. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις σχετικής διάρκειας της έλξης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	16.4 ± 1.82	18.9 ± 1.96	3.105*

* $p < 0.05$

Απόλυτη διάρκεια ώθησης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην απόλυτη διάρκεια της ώθησης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη απόλυτη διάρκεια της φάσης ώθησης του χεριού κατά την κολύμβηση με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους ($t_9 = 8,884$; $p < 0.05$) (Σχήμα 14 και Πίνακας 11).



Σχήμα 14. Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της ώθησης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

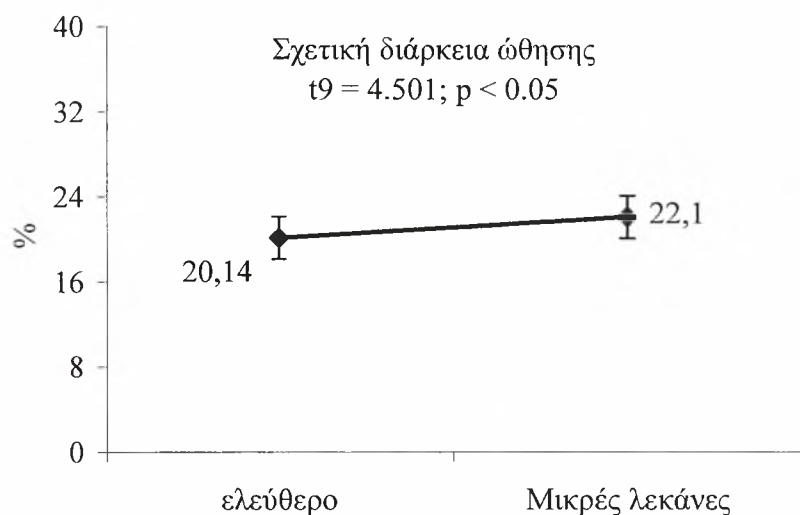
Πίνακας 11. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της ώθησης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	0.239 ± 0.03	0.296 ± 0.05	8.884*

* $p < 0.05$

Σχετική διάρκεια ώθησης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη σχετική διάρκεια της φάσης ώθησης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μικρότερη σχετική διάρκεια της φάσης ώθησης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση ($t_9 = 4.501$; $p < 0.05$) (Σχήμα 15 και Πίνακας 12).



Σχήμα 15. Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της ώθησης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

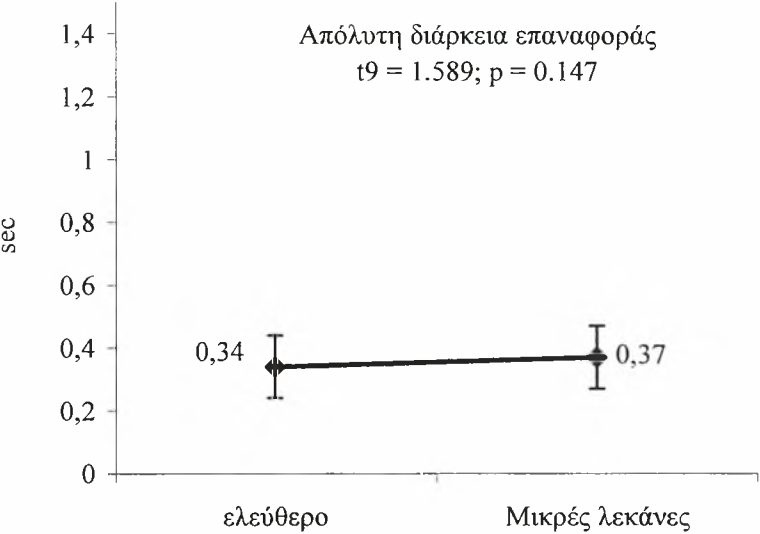
Πίνακας 12. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της ώθησης του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	20.14 ± 2.64	22.1 ± 2.48	4.501*

* $p < 0.05$

Απόλυτη διάρκεια επαναφοράς

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην απόλυτη διάρκεια της φάσης της επαναφοράς του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συνθηκών μέτρησης ($t_9 = 1.589$; $p = 0.147$) (Σχήμα 16 και Πίνακας 13).



Σχήμα 16. Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της επαναφοράς του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

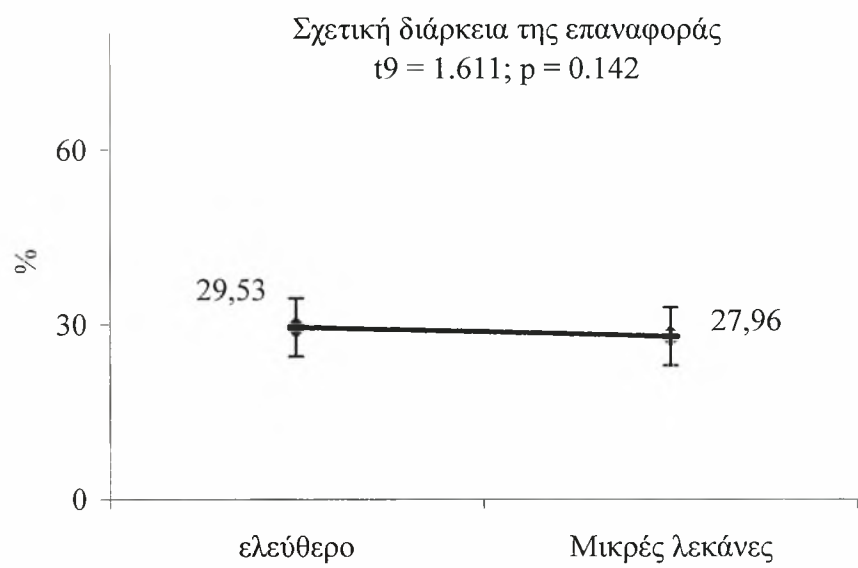
Πίνακας 13. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της επαναφοράς του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	0.34 ± 0.06	0.37 ± 0.04	1.589

*p< 0.05

Σχετική διάρκεια της επαναφοράς

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη σχετική διάρκεια της επαναφοράς του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών μέτρησης ($t_9 = 1.611$; $p = 0.142$) (Σχήμα 17 και Πίνακας 14).



Σχήμα 17. Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της επαναφοράς του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

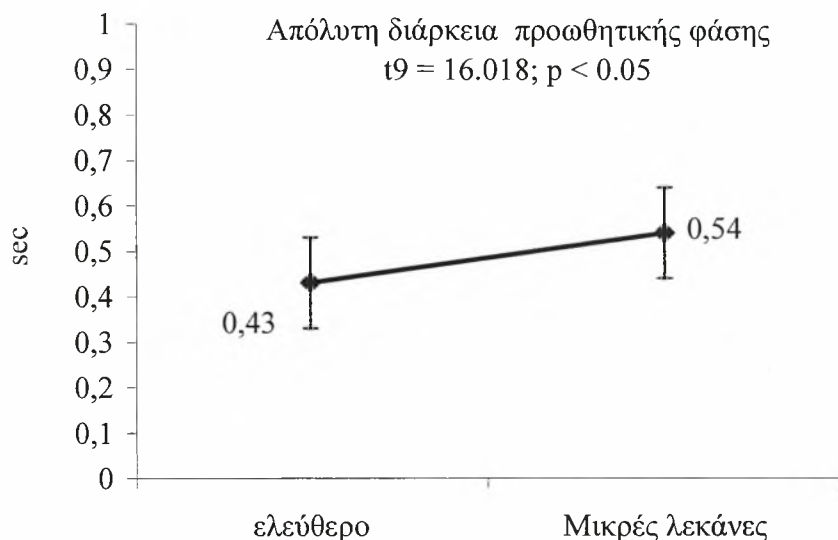
Πίνακας 14. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της επαναφοράς του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	29.53 ± 6.21	27.96 ± 3.95	1.611

* $p < 0.05$

Απόλυτη διάρκεια προωθητικής φάσης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην απόλυτη διάρκεια της προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της απόλυτης διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού κατά την κολύμβηση με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους ($t_9 = 16.018$; $p < 0.05$) (Σχήμα 18 και Πίνακας 15).



Σχήμα 18. Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

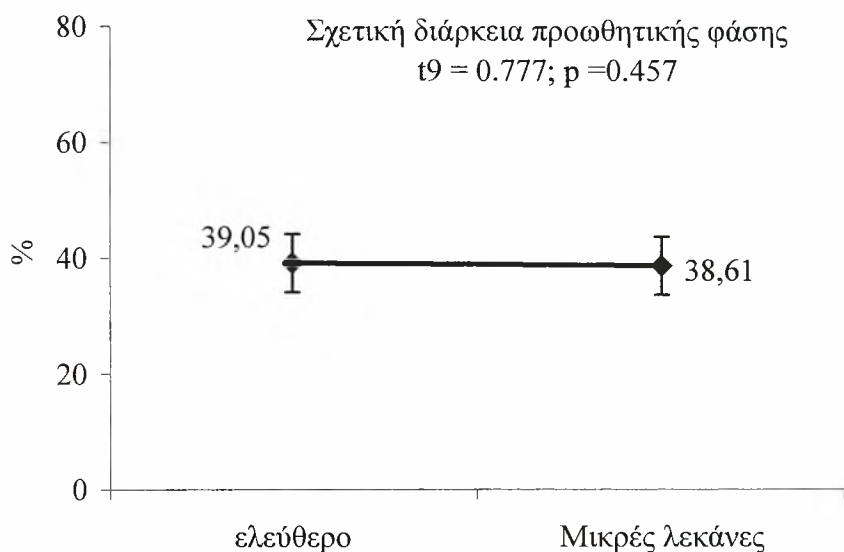
Πίνακας 15. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	0.435 ± 0.05	0.549 ± 0.06	16.018*

* $p < 0.05$

Σχετική διάρκεια προωθητικής φάσης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη σχετική διάρκεια της προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών μέτρησης ($t_9 = 0.777$; $p = 0.457$) (Σχήμα 19 και Πίνακας 16).



Σχήμα 19. Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

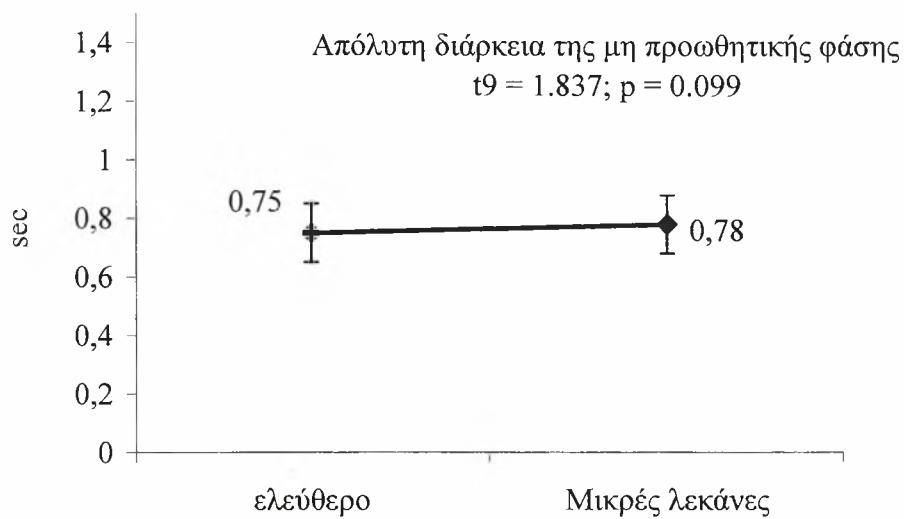
Πίνακας 16. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της προωθητικής φάσης του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	39.05 ± 3.63	38.61 ± 2.80	0.777

* $p < 0.05$

Απόλυτη διάρκεια μη προωθητικής φάσης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην απόλυτη διάρκεια της μη προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών μέτρησης ($t_9 = 1.837$; $p = 0.099$) (Σχήμα 20 και Πίνακας 17).



Σχήμα 20. Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

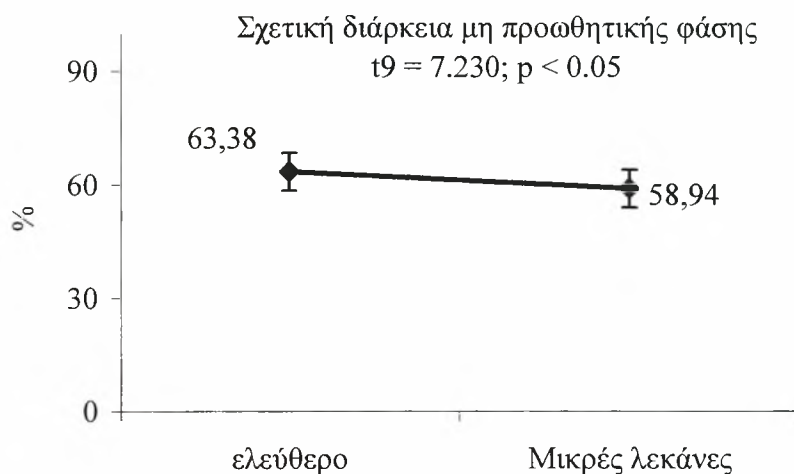
Πίνακας 17. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	0.755 ± 0.06	0.789 ± 0.08	1.837

* $p < 0.05$

Σχετική διάρκεια μη προωθητικής φάσης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη σχετική διάρκεια της μη προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη σχετική διάρκεια της μη προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση ($t_9 = 7.230$; $p < 0.05$) (Σχήμα 21 και Πίνακας 18).



Σχήμα 21. Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

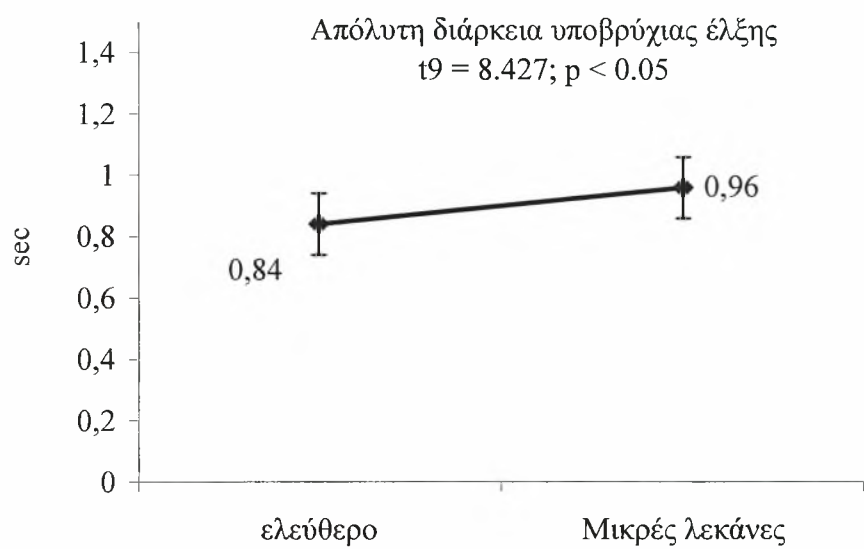
Πίνακας 18. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της μη προωθητικής φάσης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	63.38 ± 3.47	58.94 ± 3.04	7.230*

* $p < 0,05$

Απόλυτη διάρκεια υποβρύχιας έλξης

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στην απόλυτη διάρκεια της υποβρύχιας έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά μικρότερη απόλυτη διάρκεια της υποβρύχιας έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση ($t_9 = 8.427$; $p < 0.05$) (Σχήμα 22 και Πίνακας 19).



Σχήμα 22. Μέσοι όροι της απόλυτης διάρκειας της υποβρύχιας έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

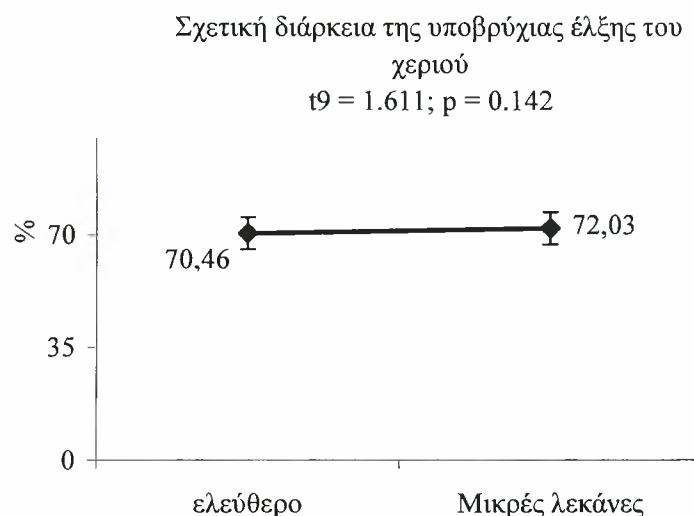
Πίνακας 19. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της απόλυτης διάρκειας της υποβρύχιας έλξης του χεριού (sec) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

	Ελεύθερο (sec)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (sec)	t-τιμή
X ± SD	0.841 ± 0.11	0.966 ± 0.12	8.427*

*p< 0.05

Σχετική διάρκεια της υποβρύχιας έλξης του χεριού

Για τον εντοπισμό τυχόν διαφορών στη σχετική διάρκεια της υποβρύχιας έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους, εφαρμόστηκε t – test για εξαρτημένα δείγματα και δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνθηκών μέτρησης ($t_9 = 1.611$; $p = 0.142$) (Σχήμα 23 και Πίνακας 20).



Σχήμα 23. Μέσοι όροι της σχετικής διάρκειας της υποβρύχιας έλξης του χεριού κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους.

Πίνακας 20. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της σχετικής διάρκειας της υποβρύχιας έλξης του χεριού (%) κατά την ελεύθερη κολύμβηση και την κολύμβηση ελευθέρου με αντίσταση λεκάνης μικρού μεγέθους

	Ελεύθερο (%)	Ελεύθερο με μικρές λεκάνες (%)	t-τιμή
X ± SD	70.46 ± 6.21	72.03 ± 3.95	1.611

* $p < 0.05$

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα για την προπόνηση κολύμβησης. Συγκριτικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τον δείκτη συντονισμού, που είναι το μήκος χεριάς και η συχνότητα, και η σχέση τους με την ταχύτητα παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις. Συγκεκριμένα, παρόλο που ο δείκτης συντονισμού είχε αρνητικές τιμές και κατά συνέπεια το πρότυπο συντονισμού μεταξύ των δύο χεριών αντιστοιχούσε στο μοντέλο του πιασίματος, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση του δείκτη από -13.5 ± 4 σε -7.6 ± 3.11 %. Οι κολυμβήτριες δηλαδή παρόλο που δεν υιοθέτησαν το μοντέλο της αντίθεσης ή της υπέρθεσης, εξαιτίας της αύξησης της αντίστασης αύξησαν το δείκτη συντονισμού σε σημαντικό βαθμό. Αυτό είναι σύμφωνο και με την έρευνα των Sidney et al. (2001).

Όσον αφορά την συχνότητα της χεριάς, παρουσιάστηκε μείωση από 0.84 ± 0.05 σε 0.75 ± 0.06 κύκλους/sec κατά την έλξη λεκάνης. Επίσης σημαντική μείωση σημειώθηκε και στο μήκος χεριάς από 1.85 ± 9.49 σε 1.52 ± 0.13 m. Αφού μειώθηκαν το μήκος και η συχνότητα χεριάς αναμενόμενο ήταν να μειωθεί και η ταχύτητα από 1.55 ± 0.070 σε 1.14 ± 0.08 m/sec. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι σύμφωνα με αυτά των Alberty, Sidney, Huot-Marchand, Hespel & Pelayo (2005), οι οποίοι υποστήριξαν πως όσο αυξάνονταν η κόπωση των κολυμβητών, τόσο μειώνονταν η συχνότητα και το μήκος της χεριάς.

Οι Keskinen et al., (1993) ανέλυσαν αυτό το φαινόμενο σε σχέση με την αύξηση της αντίστασης, η οποία επιφέρει τοπική μυϊκή κόπωση στους κολυμβητές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο δείκτης συντονισμού αυξήθηκε και έτσι οι κολυμβήτριες είχαν καλύτερη εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων αφού μείωσαν τον νεκρό χρόνο μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών.

Η χρησιμοποίηση τέτοιας μορφής αντίστασης, όπως είναι η χρήση της μικρής λεκάνης ανάγκασε τις κολυμβήτριες να μειώσουν το χρονικό διάστημα που μεσολαβούσε μεταξύ των προωθητικών δυνάμεων των δύο χεριών. Συγκεκριμένα, η σχετική διάρκεια της έλξης και της ώθησης αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά από 16.4 ± 1.82 σε $18.9 \pm 1.96\%$ και από 20.14 ± 2.64 σε $22.1 \pm 2.48\%$, αντίστοιχα.

Σημαντική αύξηση διαπιστώθηκε επίσης και στην απόλυτη διάρκεια της ώθησης από 0.23 ± 0.03 sec σε 0.29 ± 0.05 sec. Σύμφωνα είναι και τα αποτελέσματα των Sidney et al. (2001), που σε έρευνα που πραγματοποίησαν για τα κολυμβητικά χεράκια έδειξαν πως η σχετική διάρκεια της φάσης ώθησης αυξήθηκε σημαντικά.

Στατιστικά σημαντική αύξηση διαπιστώθηκε και στην απόλυτη διάρκεια της συνολικής προωθητικής φάσης (έλξη + ώθηση) από 0.435 ± 0.05 σε 0.549 ± 0.06 sec, καθώς και στην συνολική διάρκεια της χεριάς από 1.19 ± 0.07 σε 1.33 ± 0.11 sec. Με βάση τα συγκεκριμένα ευρήματα προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι κολυμβήτριες εφαρμόζαν για περισσότερο χρονικό διάστημα τις προωθητικές τους δυνάμεις, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως διαπιστώθηκε σε καταστάσεις αυξημένης αντίστασης και κόπωσης (Alberty et al., 2005).

Για τις μη προωθητικές φάσεις τους γλιστρήματος και της επαναφοράς, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μείωση στη σχετική διάρκεια του γλιστρήματος από 33.8 ± 6.02 σε $30.9 \pm 4.75\%$, ενώ καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν εντοπίστηκε στη φάση της επαναφοράς. Αξιοσημείωτο είναι ότι μειώθηκε και η σχετική διάρκεια της συνολικής μη προωθητικής φάσης από 63.38 ± 3.47 σε $58.94 \pm 3.04\%$, που σημαίνει ότι κατά την έλξη μικρής λεκάνης οι κολυμβήτριες μείωσαν την διάρκεια των μη προωθητικών φάσεων (γλίστρημα + επαναφορά) και αύξησαν την διάρκεια των προωθητικών φάσεων (έλξης + ώθησης). Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα των Sidney et al. (2001), οι οποίοι χρησιμοποίησαν ως αντίσταση μεγάλα κολυμβητικά χεράκια.

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι οι κολυμβήτριες κατά την έλξη μιας λεκάνης μικρών διαστάσεων φαίνεται να αυξάνουν τη συνολική διάρκεια εφαρμογής των προωθητικών τους δυνάμεων, καθώς αυξήθηκε ο δείκτης συντονισμού, επιτυγχάνοντας έτσι μιας αποτελεσματικότερη προώθηση. Συνεπώς, η χρήση τέτοιας μορφής αντίστασης, όπως είναι η μικρή λεκάνη στον προπονητικό σχεδιασμό μπορεί να επιφέρει θετικές επιδράσεις όχι μόνο στη μυϊκή δύναμη των κολυμβητριών, αλλά και στο συγχρονισμό μεταξύ των δύο χεριών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αυλωνίτου, Ε. (1996). *Αθλητικές επιδόσεις στην κολύμβηση*. College of Sports Sciences Press.

Alberty M., Sidney M., Huot- Marchand F. Hespel M.J., Pelayo P., (2005). Intracyclic Velocity Variations and Arm Coordination During Exhaustive Exercise in Front Crawl Stroke. *International Journal of Sports Medicine*. 26, 471-475.

Arellano. R., Brown P., Cappaert J., Nelson R. C. (1994). Analysis of 50, - 100- and 200- m freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*. 10, 189 – 199.

Birrer, R. B. & Levine, R. (1987). Performance parameters in children and adolescent athletes. *Sports Medicine*. 1, 211–227.

Chatard J.C., Collomp C., Maglischo E., Maglischo C. (1990). Swimming skill and stroking of front crawl swimmers. *International Journal Sports Medicine*. 11, 156 – 161.

Chollet D., Pelayo P., Tourny C., Sidney M. (1996). Comparative analysis of 100m and 200m events in the four strokes in top swimmers. *Journal of Human Movement Studies*. 31, 25-37.

Chollet, D., Chalies, S., Chatard, J.C. (2000). A new index of coordination for the crawl Q Description and usefulness. *International Journal of Sport Medicine*. 21, 54 – 59.

- Costill, D., Sharp, R., Troup, J. (1980). Muscle Strength: contributions to sprint training. *Swimming World*. 21, 29–34.
- Costill D.L., Maglischo E.W., Richardson A.B. (1992). *Swimming Oxford: Blackwell scientific Publications*.
- Counsilman JE. (1981). Hand speed and acceleration. *Swimming technique*. 18, 22 – 26.
- Grimston, S.K., & Hay, J.G. (1986). Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and science in sports and Exercise*. 18, 60-68.
- Hollander, AP., De Groot, G., Van Ingen Schenau, GJ., et al. (1986). Measurement of active drag during crawl arm stroke swimming. *Journal of Sports Sciences*. 4, 21-30.
- Kennedy P., Brown F., Chengalur S.N., Nelson R.C. (1990). Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100 metres events. *International Journal Sports Biomechanics*. 6, 187 – 197.
- Keskinen K.L., & Komi P.V. (1993). Stroking characteristics of front crawl swimming during exercise. *Journal of Applied Biomechanics*. 9, 219–226.
- Kolmogorov S.V, Duplishceva O.A. (1992). Active drag, Useful Mechanical Power Output and Hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal of Biomechanics*, 25 (3), 311–318.
- Maglischo, E.W. (1993). *Swimming Even Faster*. Mayfield Publishing Company
Maintain view Califor.
- Monteil KM., Rouard AH., Dufour AB., Cappaert JM., Troup JP. (1996). Front crawl stroke phases: discriminating kinematic and kinematic and kinetic parameters, In: Troup JP., Hollander AP., Strasse D., Trappe JW., Cappaert

- JM., Trappe TA. (eds), *Biomechanics and medicine in swimming VII*. London : E & FN Spon, 45 – 51.
- Pai VC., Hay JG., Wilson BD. (1984). Stroking techniques of elite swimmers. *Journal of Sports Science*. 2, 225 – 239.
- Payton, C. J. & Lauder, M. A. (1995). The influence of hand paddles on the kinematics of front crawl swimming. *Journal of Human Movement Studies*, 28, 176–192.
- Pelayo P., Sidney M., Kherif T., Chollet D., Tourny C. (1996). Stroking Characteristics in freestyle swimming and relationships with Anthropometric Characteristics. *Journal of applied Biomechanics*. 12, 197 – 206.
- Persyn U., Daly D., Vervaecke H., Van Tilborgh L., Verhetsel H. (1983). Profiles of competitors using different patterns in front crawl events. In: Hollander AP., Huiging PA., de Groot G. (eds). *Swimming Science IV Champaign Illinois* : Human Kinetics Publishers, 323 – 328.
- Potdevin F., Bril B., Sidney M., Pelayo P., (2006). Stroke Frequency and Arm Coordination in Front Crawl Swimming. *International Journal of Sports Medicine*. 27, 193-198.
- Rouard AH., Schleihau RE., Troup JP., (1996). Hand forces and phases in freestyle stroke. In : Troup JP., Hollander AP., Strasse D., Trappe SW., Cappaert JM., Trappe TA. (eds). *Swimming Science VII. London*: E & FN Spon, 35-59.
- Schleihau, R.E. (1983). Specificity of strength training in swimming: A biomechanical viewpoint. In Hollander, A.P., P.A. Huijing and G. de Groot (Eds). *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Human Kinetics Publishers, Champaign. IL, 184–191.

- Schleihauf, R.E., Higgins JR., Hinricks R., Luedtke D., Maglischo C., Maglischo EW., Thayer A., Propulsive techniques: front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke (1988). In: Ungerechts BE, Wilke K. Reischle K. (eds). *Swimming Science V. Champaign, Illinois*: Human Kinetics Publishers, 53-59.
- Seifert, L., Chollet D., Bardy B. G., (2004). Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: a dynamic analysis. *Journal of Sports Sciences*. 22, 651-660.
- Sidney M., Paillette S., Hespel JH., Chollet D., Pelayo P. Effect of swim paddles on the intra-cyclic velocity variations and on the arm coordination of front crawl stroke. In: *Blackwell JB., Sanders RH (eds).XIX International Symposium on Biomechanics in sports. San Francisco, 39-42.*
- Toussaint, H., Janssen, T., & Kluft, M. (1991). Effect of the propelling surface Size on the mechanics and energetics of the front crawl swimming. *Journal of Biomechanics*. 24, 205 – 211.
- Toussaint H.M., & Beek, P.J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, 13 (1), 8–24.